

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-011834

(43)Date of publication of application : 15.01.2003

(51)Int.Cl.

B62D 5/04
 B62D 6/00
 H02P 7/06
 // B62D101:00
 B62D119:00

(21)Application number : 2001-201554

(71)Applicant : NSK LTD

(22)Date of filing : 03.07.2001

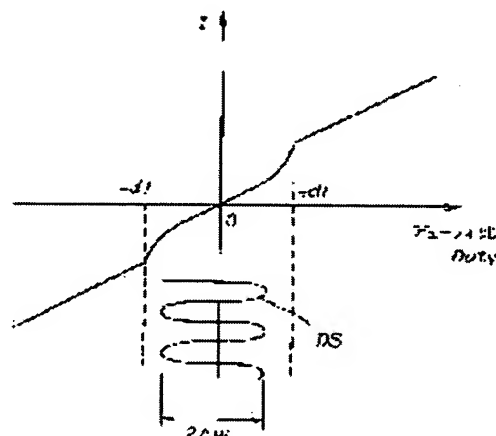
(72)Inventor : ENDO SHUJI

(54) CONTROLLER FOR ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a controller for an electric power steering device eliminating a sense of incongruity of steering due to a dead zone when a duty ratio is small is regard to a driving circuit carrying out PWM drive of a motor for the electric power steering device.

SOLUTION: In the controller for the electric power steering device carrying out PWM control of the motor on the basis of current control value calculated from a current value of the motor applying steering assistance force to a steering mechanism and a steering assistance command value calculated by a calculating means on the basis of steering torque generated in a steering shaft, a voltage dither signal generating/controlling means is provided controlling an H bridge circuit driving the motor by generating a voltage dither signal when the duty ratio of the PWM control is a predetermined value or less.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-11834
(P2003-11834A)

(43) 公開日 平成15年1月15日 (2003.1.15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	特許出願公開番号
B 6 2 D 5/04		B 6 2 D 5/04	3 D 0 3 2
6/00		6/00	3 D 0 3 3
H 0 2 P 7/06		H 0 2 P 7/06	H 5 H 5 7 1
			K
// B 6 2 D 101:00		B 6 2 D 101:00	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-201554 (P2001-201554)

(22) 出願日 平成13年7月3日 (2001.7.3)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72) 発明者 遠藤 修司

群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内

(74) 代理人 100078776

弁理士 安形 雄三 (外2名)

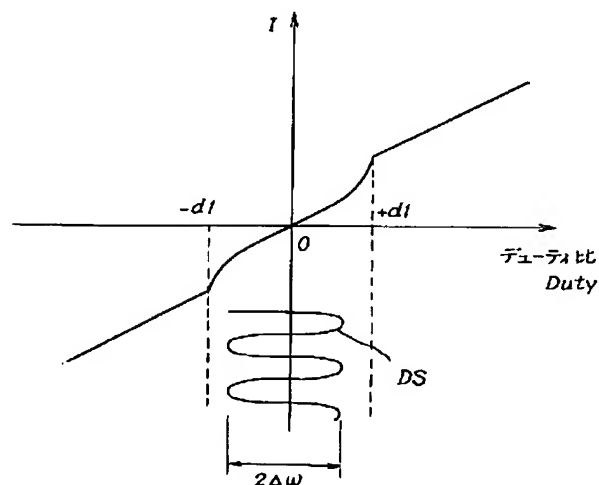
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 電動パワーステアリング装置のモータをPWM駆動する駆動回路に対して、デューティ比が小さいときの不感帯による操舵の違和感をなくした電動パワーステアリング装置の制御装置を提供する。

【解決手段】 ステアリングシャフトに発生する操舵トルクに基づいて演算手段で演算された操舵補助指令値と、ステアリング機構に操舵補助力を与えるモータの電流値とから演算した電流制御値に基づいて前記モータをPWM制御するようになっている電動パワーステアリング装置の制御装置において、前記PWM制御のデューティ比が所定値以下となったときに、前記モータを駆動するHブリッジ回路に対して電圧ディザ信号を発生して制御する電圧ディザ信号発生／制御手段を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ステアリングシャフトに発生する操舵トルクに基いて演算手段で演算された操舵補助指令値と、ステアリング機構に操舵補助力を与えるモータの電流値とから演算した電流制御値に基いて前記モータをPWM制御するようになっている電動パワーステアリング装置の制御装置において、前記PWM制御のデューティ比が所定値以下となったときに、前記モータを駆動するHブリッジ回路に対して電圧ディザ信号を発生して制御する電圧ディザ信号発生／制御手段を具備したことを特徴とする電動パワーステアリング装置の制御装置。

【請求項2】前記所定値が、デューティ比がモータ端子電圧特性の不感帯領域に対応するデューティ比である請求項1に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。

【請求項3】前記電圧ディザ信号が、 K を定数、 ω_0 をディザ角周波数として $K \cdot \sin \omega_0 t$ で表わされる請求項2に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。

【請求項4】前記ディザ角周波数 ω_0 が500Hzである請求項3に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車や車両の操舵系にモータによる操舵補助力を付与するようにした電動パワーステアリング装置の制御装置に関し、特にモータを駆動するデューティ比がゼロ付近での不連続性を除去するための電圧ディザ信号を発生して制御し、ハンドル中立点付近の操舵性を改善するようにした電動パワーステアリング装置の制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車や車両のステアリング装置をモータの回転力で補助負荷付勢する電動パワーステアリング装置は、モータの駆動力を減速機を介してギア又はベルト等の伝達機構により、ステアリングシャフト或いはラック軸に補助負荷付勢するようになっている。かかる従来の電動パワーステアリング装置は、アシストトルク（操舵補助トルク）を正確に発生させるため、モータ電流のフィードバック制御を行っている。フィードバック制御は、電流制御値とモータ電流検出値との差が小さくなるようにモータ印加電圧を調整するものであり、モータ印加電圧の調整は、一般的にPWM（パルス幅変調）制御のデューティ比の調整で行っている。

【0003】ここで、電動パワーステアリング装置の一般的な構成を図13に示して説明すると、操向ハンドル1の軸2は減速ギア3、ユニバーサルジョイント4a及び4b、ピニオンラック機構5を経て操向車輪のタイロッド6に結合されている。軸2には、操向ハンドル1の操舵トルクを検出するトルクセンサ10が設けられてお

り、操向ハンドル1の操舵力を補助するモータ20がクラッチ21、減速ギア3を介して軸2に結合されている。パワーステアリング装置を制御するコントロールユニット30には、バッテリー14からイグニッションキー11を経て電力が供給され、コントロールユニット30は、トルクセンサ10で検出された操舵トルク T と車速センサ12で検出された車速 V とに基いてアシスト指令の操舵補助指令値 I の演算を行い、演算された操舵補助指令値 I に基いてモータ20に供給する電流を制御する。クラッチ21はコントロールユニット30でON/OFF制御され、通常の動作状態ではON（結合）されている。そして、コントロールユニット30によりパワーステアリング装置が故障と判断された時、及びイグニッションキー11によりバッテリー14の電源（電圧 V_b ）がOFFとなっている時に、クラッチ21はOFF（切離）される。

【0004】コントロールユニット30は主としてCPUで構成されるが、そのCPU内部においてプログラムで実行される一般的な機能を示すと図14のようになる。

【0005】コントロールユニット30の機能及び動作を説明すると、トルクセンサ10で検出されて入力される操舵トルク T は、操舵系の安定性を高めるために位相補償器31で位相補償され、位相補償された操舵トルク T_A が操舵補助指令値演算器32に入力される。また、車速センサ12で検出された車速 V も操舵補助指令値演算器32に入力される。操舵補助指令値演算器32は、入力された操舵トルク T_A 及び車速 V に基いてモータ20に供給する電流の制御目標値である操舵補助指令値 I を決定する。操舵補助指令値 I は減算器30Aに入力されると共に、応答速度を高めるためのフィードフォワード系の微分補償器34に入力され、減算器30Aの偏差（ $I - i$ ）は比例演算器35に入力されると共に、フィードバック系の特性を改善するための積分演算器36に入力される。微分補償器34及び積分補償器36の出力も加算器30Bに加算入力され、加算器30Bでの加算結果である電流制御値 E が、モータ駆動信号としてモータ駆動回路37に入力される。モータ20のモータ電流値 i はモータ電流検出回路38で検出され、モータ電流値 i は減算器30Aに入力されてフィードバックされる。

【0006】モータ駆動回路37の構成例を図15に示して説明すると、モータ駆動回路37は加算器30Bからの電流制御値 E に基いて電界効果トランジスタ（FET）FET1～FET4の各ゲートを駆動するFETゲート駆動回路371、FET1～FET4で成るHブリッジ回路、FET1及びFET2のハイサイド側を駆動する昇圧電源372等で構成されている。FET1及びFET2は、電流制御値 E に基いて決定されるデューティ比 $D1$ のPWM（パルス幅変調）信号によってON／

OFFされ、実際にモータ20に流れる電流 I_r の大きさが制御される。FET3及びFET4は、デューティ比D1の小さい領域では所定1次関数式(a , b を定数として $D2 = a \cdot D1 + b$)で定義されるデューティ比D2のPWM信号で駆動され、デューティ比D2も100%に達した以降、PWM信号の符号により決定されるモータ20の回転方向に応じてON/OFFされる。

【0007】ここにおいて、デューティ比とモータ電流 I との関係は図16に示すようになっており、デューティ比がゼロ近辺には、操舵の走行感を実感させるための不感帯UBが設けられている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】図16に示すようにデューティ比がゼロ付近に不感帯が設けられているため、モータ角速度 ω がゼロ付近で摩擦特性が不連続となり、何かのタイミングで舵角が完全に静止すると、ハンドルがその位置にはりついてしまう感じを受ける不具合がある。即ち、電動パワーステアリング装置では操舵性能を向上するためにモータ慣性の補償や摩擦の影響を除去するための種々の補償を行っており、そのような補償制御をモータ角速度に基づいて行っているため、モータが完全に静止した状態での影響、つまり電動パワーステアリング装置が持っている静摩擦の影響を補償することができない。殆どの場合、自動車は直進している場合が多く、ハンドル中立付近での微妙なハンドル操作によって、自動車を制御している。従って、制御では、中立付近の微妙な操舵における摩擦感や慣性感を補償することが特に重要である。

【0009】本発明は上述のような事情よりなされたものであり、本発明の目的は、電動パワーステアリング装置のハンドル中立点付近においても連続的で安定した操舵感を得るようにした電動パワーステアリング装置の制御装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、ステアリングシャフトに発生する操舵トルクに基いて演算された操舵補助指令値と、ステアリング機構に操舵補助力を与えるモータの電流値とから演算した電流制御値に基いて前記モータをPWM制御するようになっている電動パワーステアリング装置の制御装置に関するもので、本発明の上記目的は、前記PWM制御のデューティ比が所定値以下となったときに、前記モータを駆動するHブリッジ回路に対して電圧ディザ信号を発生して制御する電圧ディザ信号発生/制御手段を設けることによって達成される。

【0011】また、前記所定値が、デューティ比対モータ端子電圧特性の不感帯領域に対応するデューティ比であることにより、或は前記電圧ディザ信号を、 K を定数、 ω_0 をディザ周波数として $K \cdot \sin \omega_0 \cdot t$ とすることによって、本発明の上記目的はより効果的に達成される。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明では、デューティ比の小さい領域において、微細な電圧ディザ信号をHブリッジ回路のデューティ信号に印加して制御することによって、デューティ比対モータ電流特性を見かけ上連続特性とし、モータ角速度ゼロ付近での静摩擦特性の影響を除去するようにしている。つまり、本発明では、微小に繰り返して変化する電圧ディザ信号を、Hブリッジ回路のONしているFETのゲートを駆動するデューティ比信号に加えることにより、ドライバがモータの振動を感じない程度にモータを微小振動させ、図1に示すようにデューティ比対モータ電流特性を連続的なものとしている。これにより、舵角が完全に静止した中立点においても、従来のようにハンドルがその位置にはりつくようなこともない。

【0013】モータ電流が小さい領域ではデューティ比対モータ電流特性に不感帯があり、これにより制御の応答性が遅くなり、摩擦や慣性の推奨が十分になされないという問題がある。デューティ比対モータ電流特性の不感帯をなくすことはハンドル操作性の面からできないため、本発明では、できるだけ不感帯の影響による小電流域での制御の遅れをなくするため、電圧ディザ信号を用いて不感帯をできるだけ線形化する。電圧ディザ信号を用いてある程度線形化できる理由は、電流制御の応答性で決まる電流の応答性より高い周波数でディザを行うと、デューティ比対モータ電流特性は実質的にディザに対応した電流振幅の実効値になるからである。

【0014】以下、本発明の実施例を、図面を参照して説明する。

【0015】図2は本発明による制御機能の全体ブロック図である。操舵トルク T は操舵補助指令値演算部100及びセンタ応答性改善部101に入力され、各出力が加算器102に入力され、その加算結果がトルク制御演算部103に入力されている。トルク制御演算部103の出力信号はモータロス電流補償部104に入力され、その出力が加算器105を経て最大電流制限部106に入力され、最大電流値が制限されて電流制御部110に入力される。電流制御部110の出力は、Hブリッジ特性補償部111を経てHブリッジ回路で成る電流ドライブ回路112に入力され、これによりモータ113を駆動する。

【0016】モータ113のモータ電流 i は、モータ電流オフセット補正部120を経てモータ角速度推定部121、電流ドライブ切換部122及び電流制御部110に入力され、モータ端子電圧 V_m はモータ角速度推定部121に入力される。モータ角速度推定部121で推定された角速度 ω はモータ角加速度推定部・慣性補償部123、モータロストルク補償部124及びヨーレート推定部125に入力され、ヨーレート推定部125の出力は収れん制御部126に入力され、収れん制御部126

及びモータロストルク補償部124の各出力は加算器127で加算され、その加算結果が加算器102に入力される。モータロストルク補償部124はモータ113のロストルクの発生する方向、つまりモータ113の回転方向に対してロストルク相当のアシストを行ない、収れん制御器126は、車両のヨーの収れん性を改善するためにハンドルが振れ回る動作に対してブレーキをかけるようになっている。モータ角加速度推定部・慣性補償部123の出力は加算器105に入力される。

【0017】また、ドライバが感じない程度にモータ113を微小振動させるためのディザ信号DSを発生して制御する電圧ディザ信号発生／制御部130が設けられており、電圧ディザ信号発生部130からのディザ信号DSはHブリッジ特性補償部111に印加されている。電圧ディザ信号発生部130にはHブリッジ特性補償部111からデューティ比Dutyが入力されており、デューティ比Dutyが所定値よりも小さい範囲においてディザ信号DSを発生するようになっている。電圧ディザ信号発生部130はモータ角速度 ω がゼロ近辺において、波高値 $\Delta\omega$ 、周波数500Hzの正弦波のディザ信号DSを発生するようになっている。なお、ディザ信号DSの周波数は500Hzに限定されるものではなく、デューティ比Dutyの変化に対して大きな値であり、ドライバが感じない程度であれば良い。

【0018】このような構成において、本発明ではセンタ応答性改善部101を図3に示すように、位相進み補償部101A、近似微分部101B及びゲイン設定部101Cで構成し、位相進み補償部101Aを図4に示す周波数特性とし、近似微分部101Bを図5に示す周波数特性とする。これにより、位相進み補償と近似微分との合成特性は図6に示すようになり、位相遅れの無い位相特性を得ることができる。

【0019】また、本発明では操舵補助指令値演算部100におけるアシスト量の計算において、3つの代表車速(0、30、254Km/h)によるアシスト特性を基本特性として設定し、その他の車速では車速補間ゲインに応じて各基本特性間を車速2Km/h毎の補間を行う。そして、アシスト特性の車速設定範囲0~254Km/h、分解能2Km/hとする。基本アシスト特性(トルク対電流)は図7に示すものであり、0Km/h=1a特性、30Km/h=1b特性、254Km/h=1c特性で表わされている。そして、その他の車速についての車速補間演算は、図8で示す車速(Km/h)対車速補間係数 γ で2Km/h毎に行う。車速0~30Km/hのとき、アシスト電流Iは $I=1a(T)+\gamma(V)(1a(T)-1b(T))$ であり、車速32~254Km/hのとき、アシスト電流Iは $I=1b(T)+\gamma(V)(1a(T)-1b(T))$ である。

【0020】ここにおいて、本発明では、ハンドル中立点付近の微妙な操舵における摩擦感及び慣性感を補償す

るための電圧ディザ信号発生／制御部130を設けており、デューティ比Dutyがゼロ近辺の $\pm d1$ の範囲内となったときに、図9及び図10に示すような角周波数 ω_0 に相当する波高値 $\Delta\omega$ 、周波数500Hzで定数Kの正弦波 $K \cdot \sin \omega_0 \cdot t$ であるディザ信号DSを発生し、Hブリッジ回路のFETのゲート駆動信号Vgに印加している。

【0021】図11はその詳細を示しており、デューティ比Dutyは所定値d1に対する大小を判別する判別回路131に入力されると共に、Hブリッジ回路(電流ドライブ回路)112のFET1~FET4の各ゲートを制御するゲート制御回路133に入力され、デューティ比Dutyが所定値d1より小さくなったときに発振信号OCを発振回路132に入力する。発振回路132は発振信号OCが入力されると正弦波 $K \cdot \sin \omega_0 \cdot t$ を発振し、ゲート駆動信号Vgに加算器1341~1344を介して印加している。これにより、ゲート駆動信号Vgにディザ信号DSである正弦波 $K \cdot \sin \omega_0 \cdot t$ を加算された信号が、ゲート制御回路133を経てFET1~FET4に供給される。ゲート制御回路133はデューティ比Dutyに同期しており、FET1~FET4のON/OFFを制御している。従って、デューティ比Dutyが所定値d1より小さい領域では、ONしているFETが角周波数 ω_0 の周期に従って微小駆動される。このため、図16に示すようなデューティ比対モータ電流の特性が連続的になり、操舵の違和感もなくなる。角周波数 ω_0 は450~550Hzで、500Hzが望ましく、この範囲においてドライバがモータの振動を感じることはない。

【0022】なお、図11では、デューティ比Dutyが所定値d1より小さくなったときに発振回路132を発振させ、ディザ信号DSを生成して印加するようにしているが、常時発振させておき、デューティ比Dutyが所定値d1より小さくなったときに各ゲート駆動信号Vgに印加するスイッチング回路を設けても良い。

【0023】図12は電圧ディザ信号発生／制御部130の実際の動作例を示しており、デューティ比Dutyが所定値 $\pm d1$ の範囲内に入っているか否かを判定し(ステップS1)、デューティ比Dutyが $\pm d1$ の範囲内に入った場合には、更にトルクTの大きさ(絶対値)が所定値 α より小さいか否かを判定する(ステップS2)。所定値 $\pm d1$ はデューティ比Dutyのゼロ近辺であれば良く、 $\pm d1$ に限定されるものではない。そして、トルクTが所定値 α より小さい場合に、Kを定数として正弦波の $K \cdot \sin \omega_0 \cdot t$ なるディザ信号DSを発生し、FET1~FET4のゲート駆動信号Vgに印加する。これによって、デューティ比Dutyのゼロ付近で、モータをドライバが感じない程度に微小振動することができる。

【0024】

【発明の効果】本発明では、デューティ比のゼロ近辺でモータを微小振動させるためのディザ信号を発生させ、FETのゲート駆動信号に対して印加し制御するようにしている。ディザ信号によるモータの振動はドライバが感じない周波数及び大きさになっており、デューティ比のゼロ近辺での静摩擦の影響をなくすることができる。また、デューティ比のゼロ近辺でデューティ比対モータ電流特性が連続化されるので、不自然な操舵感を防ぐことができ、快適な操舵フィーリングを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本概念を説明するための図である。
 【図2】本発明の構成例を示すブロック図である。
 【図3】センタ応答性改善部のブロック構成図である。
 【図4】位相進み補償部の特性例を示す図である。
 【図5】近似微分部の特性例を示す図である。
 【図6】位相進み補償部及び近似微分部の合成特性を示す図である。
 【図7】基本アシスト特性を示す図である。
 【図8】車速補間演算の一例を示す図である。
 【図9】本発明による電圧ディザ信号を説明するための図である。
 【図10】本発明の動作を説明するための図である。
 【図11】モータ角速度がゼロのときの摩擦特性を示す*

* 図である。

【図12】本発明の動作例を示すフローチャートである。

【図13】電動パワーステアリング装置の一例を示すブロック構成図である。

【図14】コントロールユニットの一般的な内部構成を示すブロック図である。

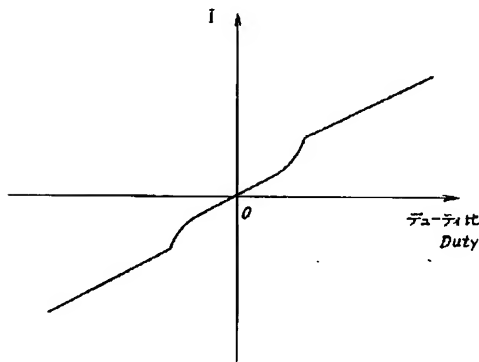
【図15】モータ駆動回路の一例を示す結線図である。

【図16】電動パワーステアリング装置のデューティ比対モータ電流特性を示す図である。

【符号の説明】

100 操舵補助指令値演算部
 101 センタ応答性改善部
 101A 位相進み補償部
 101B 近似微分部
 101C ゲイン設定部
 103 トルク制御演算部
 104 モータロス電流補償部
 110 電流制御部
 113 モータ
 121 モータ角速度推定部
 125 ヨーレート推定部
 130 電圧ディザ信号発生／制御部

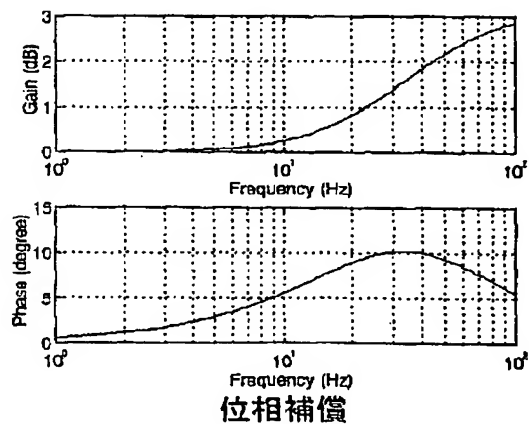
【図1】



【図3】



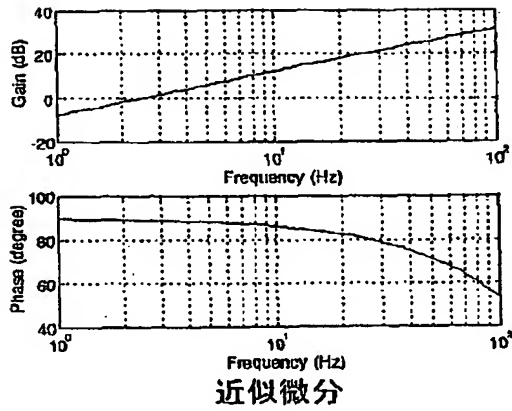
【図4】



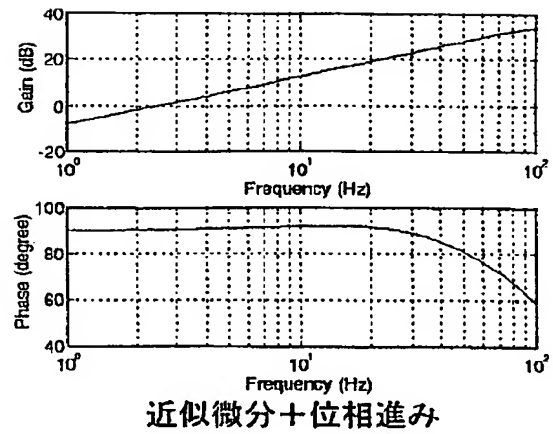
[illegible]

過熱保護機能による電流制限値

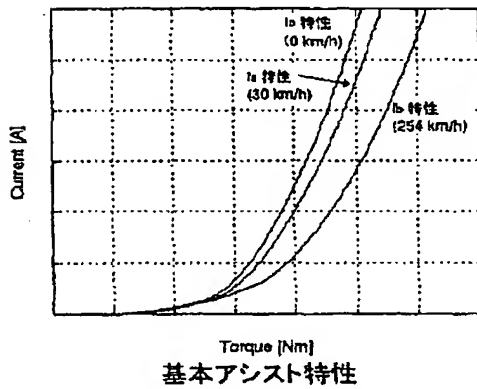
【図5】



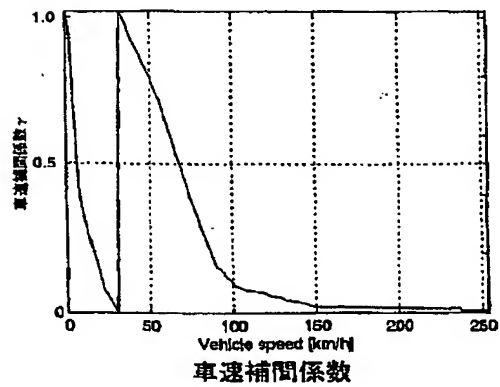
【図6】



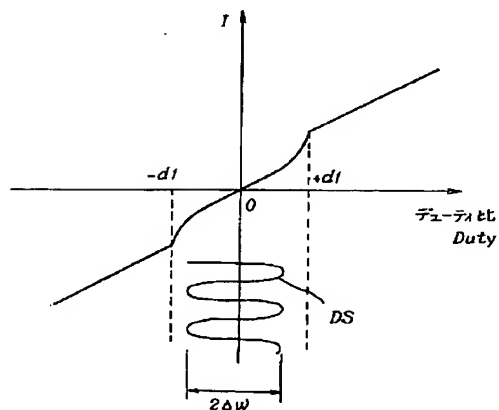
【図7】



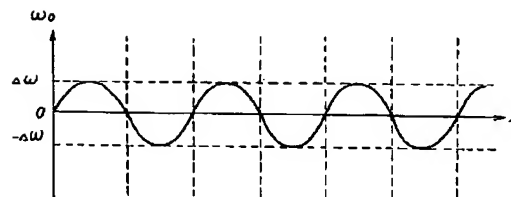
【図8】



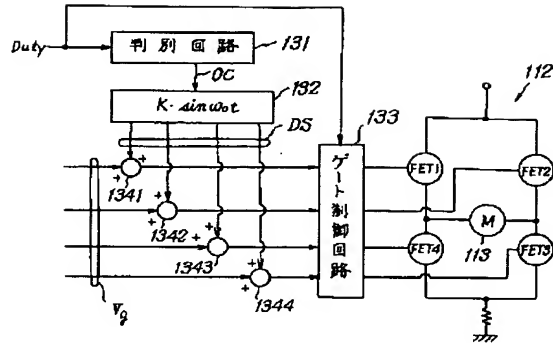
【図9】



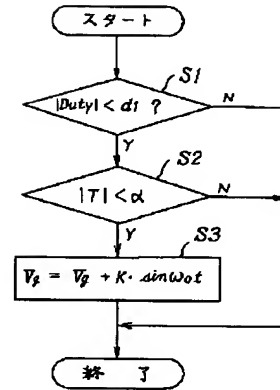
【図10】



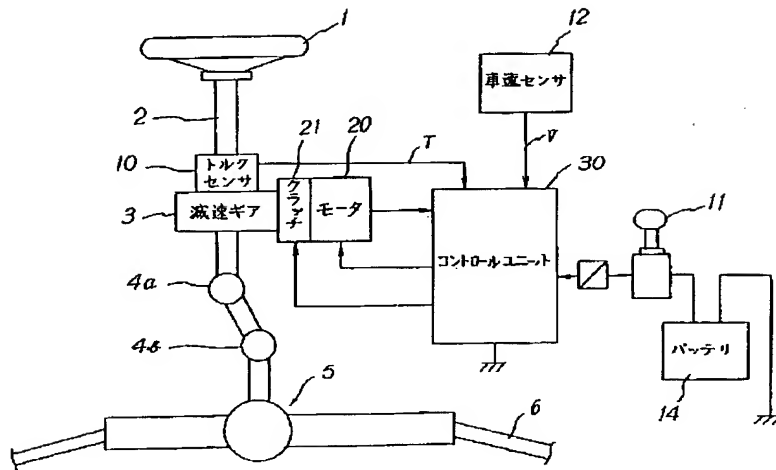
【図11】



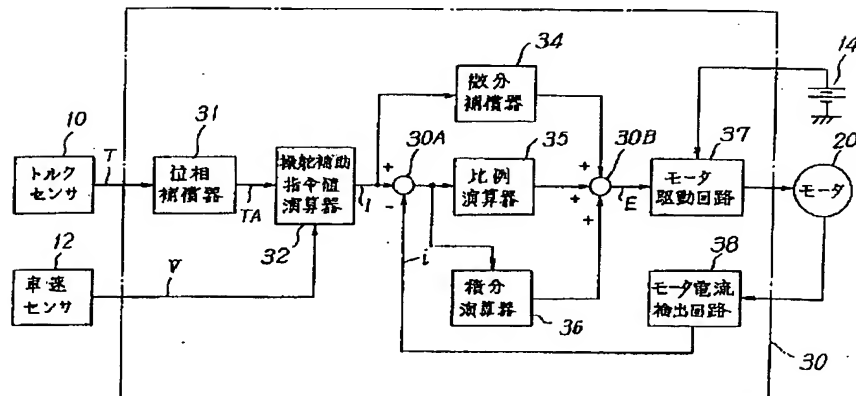
【図12】



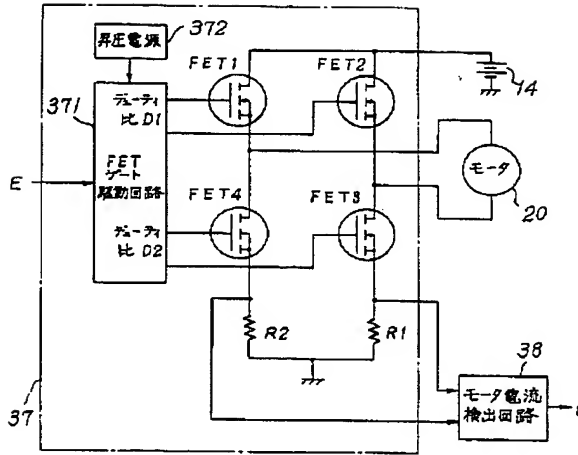
【図13】



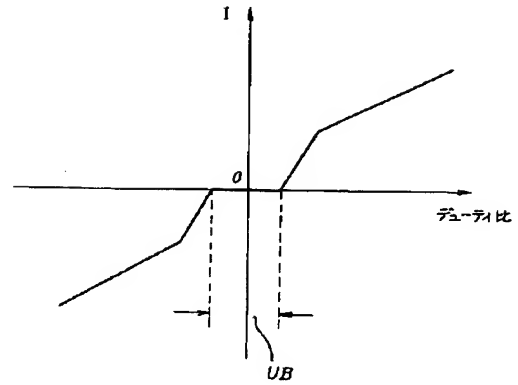
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷
B 6 2 D 119:00

識別記号

F I
B 6 2 D 119:00

ターム(参考)

F ターム(参考) 3D032 CC08 DA15 DA23 DA64 DC01
 DC02 DC03 DC17 DD02 DD10
 DD17 EB06 EC23 EC24 GG01
 3D033 CA03 CA13 CA16 CA20 CA21
 5H571 AA03 BB06 BB10 CC04 DD01
 EE02 FF01 GG04 HA09 HC01
 HD02 JJ03 JJ22 JJ23 JJ24
 JJ25 KK05 LL22 LL29